

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07062488 A**(43) Date of publication of application: **07.03.95**

(51) Int. Cl.

C22C 38/00**C22C 38/14****C22C 38/60**(21) Application number: **05211756**(22) Date of filing: **26.08.93**(71) Applicant: **NIPPON STEEL CORP**(72) Inventor:
OCHI TATSURO
YANASE MASAHITO
KOYASU YOSHIRO
NAITO KENICHIRO(54) **NON-HEAT TREATED STEEL FOR HOT FORGING**

(57) Abstract:

PURPOSE: To provide a non-heat treated steel for hot forging having high durability and machinability which is hard to be realized in a conventional non-heat treated steel.

CONSTITUTION: In the metal structure after the steel containing, by weight, 0.10-0.505 C, 0.005-2.00% Si,

0.40-2.00% Mn, 0.01-0.10% S, 0.0005-0.05% Al, 0.003-0.05% Ti, 0.0080-0.0200% N, 0.20-0.70% V and/or the specific quantity of one or more kinds among Cr, Mo, Nb, Pb, Ca is subjected to hot forging and cooling down to room temp., the structured ratio of pearlite structure (f) for carbon content C (%) is $1.05C+0.3 \leq f \leq 1.05C-0.1$.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-62488

(43) 公開日 平成7年(1995)3月7日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
C 2 2 C 38/00	3 0 1 A			
38/14				
38/60				

審査請求 未請求 請求項の数 4 OL (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願平5-211755	(71) 出願人	000006655 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 3 号
(22) 出願日	平成 5 年 (1993) 8 月 26 日	(72) 発明者	越智達朗 室蘭市仲町12番地 新日本製鐵株式会社室 蘭製鐵所内
		(72) 発明者	柳瀬雅人 室蘭市仲町12番地 新日本製鐵株式会社室 蘭製鐵所内
		(72) 発明者	子安善郎 室蘭市仲町12番地 新日本製鐵株式会社室 蘭製鐵所内
		(74) 代理人	弁理士 本多 小平 (外 3 名) 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱間鍛造用非調質鋼

(57) 【要約】

【目的】 自動車などの機械構造用部品に使用される非調質鋼を対象とし、従来の非調質鋼では実現が困難であった、高い耐久比と切削性を有する熱間鍛造用非調質鋼を提供するものである。

【構成】 C : 0.10 ~ 0.50%、Si : 0.005 ~ 2.00%、Mn : 0.40 ~ 2.00%、S : 0.01 ~ 0.10%、Al : 0.0005 ~ 0.05%、Ti : 0.003 ~ 0.05%、N : 0.0080 ~ 0.0200%、V : 0.20 ~ 0.70% を含有し、さらに又は特定量の Cr、Mo、Nb、Pb、Ca の 1 種または 2 種以上を含有した鋼材に、熱間鍛造を施し室温まで冷却した後の金属組織においてパーライト組織の組織率 f が含有炭素量 C (%) に対して、 $1.05C + 0.3 \geq f \geq 1.05C - 0.1$ であることを特徴とする熱間鍛造用非調質鋼。

(2)

特開平7-62488

【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量比にして

C : 0.10~0.50%

Si : 0.005~2.00%

Mn : 0.40~2.00%

S : 0.01~0.10%

Al : 0.0005~0.050%

Ti : 0.003~0.050%

N : 0.0080~0.0200%

V : 0.20~0.70%を含有し残部はFeならび

に不純物元素からなる組成の鋼材に、熱間鍛造を施し空
温まで冷却した後の金属組織においてパーライト組織の
組織率 f が含有炭素量C (%)に対して $1.05C +$
 $0.3 \geq f \geq 1.05C - 0.1$ であることを特徴とす
る熱間鍛造用非調質鋼。

【請求項2】 成分がさらに

Cr : 0.02~1.50%

Mo : 0.02~1.00%の1種または2種を含有す
ることを特徴とする請求項1記載の熱間鍛造用非調質
鋼。

【請求項3】 成分がさらにNb : 0.001~0.2
0%を含有することを特徴とする請求項1または請求項
2記載の熱間鍛造用非調質鋼。

【請求項4】 成分がさらに

Pb : 0.05~0.30%

Ca : 0.0005~0.010%の1種または2種を
含有することを特徴とする請求項1、または請求項2、
または請求項3記載の熱間鍛造用非調質鋼。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は熱間鍛造後に焼入れ焼戻
し等の調質処理を施さなくとも、優れた疲労強度と切削
性を同時に有する熱間鍛造用非調質鋼に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 工程省略、製造コストの低減の観点から
自動車を始めとする機械構造用部品に対して非調質鋼の
適用が普及している。

【0003】 これらの非調質鋼は主に高い引張強度（あ
るいは硬さ）と降伏強度および靱性を有することを主眼
に開発が行われてきた。そこで例えば特開昭62-20
5245号公報などに見られるように、析出強化の代表
的要素であるVを使った非調質鋼が提案されてきた。と
ころがこの様な高強度高靱性の非調質鋼の機械部品への
適用に際して、強度の増加に伴う切削性の劣化が大きな
障害になっている。

【0004】 機械部品として最も重要な特性は疲労強度
である。疲労強度は、一般に引張強度に依存するとさ
れ、引張強度を高くすれば高くなる。しかし引張強度を
上げることによって切削性は極端に劣化し引張強度が1

2

20kgf/mm²を超えともはや通常の生産能率で
は生産ができなくなってしまう。そこで切削性を劣化さ
せずに疲労強度を向上させる非調質鋼の具現化が切望さ
れた。

【0005】 これには疲労強度と引張強度の比すなわち
耐久比を向上させることが有効な手段である。そこで例
えば特開平4-176842号公報などに見られるよう
に、ベイナイト主体の金属組織とし組織中の高炭素島状
マルテンサイトおよび残留オーステナイトを低減する方
法などが提案されてきた。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、このような開
発努力にもかかわらず、耐久比はせいぜい0.55程度
であり、切削性も極めて不良である従来型のベイナイト
非調質鋼の高々2倍程度にしか改善されない。

【0007】 本発明は、従来の非調質鋼では実現が困難
であった、高い耐久比と切削性を有する熱間鍛造用非調
質鋼を提供するものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明者らはまずパー
ライト組織に着目しこれが金属組織中に適当量存在すると
切削性が極めて良くなることを見いだした。しかし一般
に、高温変態組織であるパーライト組織率が低くなると
耐久比および靱性が劣化する。これは鍛造加熱時の若干
のオーステナイト結晶粒微細化処置等では容易に改善で
きない。

【0009】 そこで切削性が極めて良くなるパーライト
混合組織鋼に対して耐久比を高くする方策を検討した。
その結果、①まずTi-NおよびMn-S-VN複合析出物
によって鍛造加熱時のオーステナイト結晶粒を微細化す
るとともにこのMn-S-VN複合析出物を核発生サイト
としてフェライトを微細析出させる、②ついで析出した
フェライトおよびパーライト中のフェライトマトリックス
地にさらにV炭化物またはV炭素化合物を極めて微細に
析出させる、このような2段の析出を活用した手法によ
り組織全体が微細でかつ析出強化されたフェライト・パ
ーライト組織が得られ、この様な鋼において疲労亀裂の
進展は軟質なフェライト結晶粒から硬質なパーライト結
晶粒へ移行するまたはその逆の過程でいずれも進展速度
の低下をもたらす耐久比が向上することを見いだした。
さらにまた、このような軟質なフェライト相と硬質なパ
ーライト相が共存する2相組織とすることにより被削性
も向上することを見いだした。

【0010】 本発明者らはこのような知見に基づいて、
パーライトを含有する非調質鋼の化学成分および金属組
織の設計を行い、それらの疲労強度、引張強度および切
削性を実験評価して本発明を発明するに至った。

【0011】 すなわち本発明の第1発明は、重量比に
してC : 0.10~0.50%、Si : 0.005~2.
00%、Mn : 0.40~2.00% S : 0.01~

(3)

特開平7-62488

3

0.10%, Al: 0.0005~0.050%, Ti: 0.003~0.050%, N: 0.0080~0.0200%, V: 0.20~0.70%を含有し残部はFeならびに不純物元素からなる組成の鋼材に、熱間鍛造を施し室温まで冷却した後の金属組織においてパーライト組織の組織率 f が含有炭素量C(%)に対して、 $1.05C+0.3 \geq f \geq 1.05C-0.1$ であることを特徴とする熱間鍛造用非調質鋼であり、第2発明はパーライト組織率の調整のため第1発明鋼の成分にさらにCr: 0.02~1.50%, Mo: 0.02~1.00%の1種または2種を含有させたものであり、第3発明は結晶粒微細化のため第1発明鋼または第2発明鋼の成分にさらにNb: 0.001~0.20%を含有させたものであり、第4発明は切削性のさらなる向上のため、第1~3発明鋼の成分にさらにPb: 0.05~0.30% Ca: 0.0005~0.010%の1種または2種を含有させたものである。

【0012】次に本発明の熱間鍛造用非調質鋼における化学成分および熱間鍛造を施し室温まで冷却した後の金属組成の限定理由について以下に説明する。

【0013】C: パーライト組織率を調整しひいては最終製品の引張強度を増加させる重要な元素で、0.10%未満では低引張強度となり、逆に0.50%超過では高引張強度となりすぎ耐久比、切削性のいずれも低下するので0.10~0.50%とする。

【0014】Si: 脱酸およびベイナイトの析出を抑えパーライト組織率を調整する元素で、0.005%未満ではその効果は小さく、2.00%超過では耐久比、切削性、のいずれも低下するので0.005~2.00%とする。

【0015】Mn: パーライト量の増加と変態温度の低下をもたらすとともにMnSとなることによりフェライトの析出サイトである複合析出物の基盤となる元素で、0.40%未満ではその効果が小さく、2.00%超過ではベイナイトが発生して耐久比、切削性のいずれも低下するので0.40~2.00%とする。

【0016】S: MnSとなることによりフェライトの析出サイトである複合析出物の基盤となることが切削性を向上させる元素で、0.01%未満ではその効果が小さく、0.10%超過では耐久比が低下するので0.01~0.10%とする。

【0017】Al: 脱酸効果を持つ元素で、0.0005%未満ではその効果が小さく、0.050%超過では硬質介在物を形成し耐久比、切削性のいずれも低下するので0.0005~0.050%とする。

【0018】Ti: MnS上に窒化物となって析出しフェライトの析出サイトとなる複合析出物を形成する元素で、0.003%未満ではその効果が小さく、0.050%超過では粗大硬質介在物の形成を促し耐久比、切削性のいずれも低下するので0.003~0.050%と

する。

【0019】N: TiおよびVと窒化物あるいは炭窒化物を形成する元素で、0.0080%未満ではその効果が小さく、0.0200%超過では耐久比、切削性のいずれも低下するので、0.0080~0.0200%とする。

【0020】V: MnSおよびTiNと複合析出物を形成するとともにパーライト中のフェライトを析出強化する元素で、0.20%未満ではその効果が小さく、0.70%超過では耐久比、切削性のいずれも低下するので、0.20~0.70%とする。なお、Vの析出強化効果を有効に活用するためには、0.30~0.60%程度が望ましい。

【0021】以上が本願第1発明の鋼の化学成分の限定理由である。

【0022】次に本願第2発明においては、パーライト組織率の調整のため、第1発明鋼の成分にさらにCr、Moの1種または2種を含有させる。これらの化学成分の限定理由について以下に述べる。

【0023】Cr: Mnとほぼ同様に、パーライト量の増加と変態温度の低下をもたらす元素で、0.02%未満ではその効果が小さく、1.50%超過ではベイナイトが発生して耐久比、切削性のいずれも低下するので0.02~1.50%とする。

Mo: Mn、Crとほぼ同様の効果をもつ元素で、0.02%未満ではその効果が小さく、1.00%超過ではベイナイトが発生して耐久比、切削性のいずれも低下するので0.02~1.00%とする。

【0024】本願第3発明においては、結晶粒微細化のため、第1発明鋼または第2発明鋼の成分にさらにNbを含有させる。Nbの限定理由は次のとおりである。

【0025】Nb: TiおよびVとほぼ同様の効果をもつ元素で、0.001%未満ではその効果が小さく、0.20%超過では耐久比、切削性のいずれも低下するので、0.001~0.20%とする。

【0026】本願第4発明においては、切削性のさらなる向上のため、第1~3発明鋼の成分にさらにPb、Caの1種または2種を含有させる。これらの化学成分の限定理由について以下に述べる。

【0027】Pb: 切削性を向上せしめる元素で、0.05%未満ではその効果が小さく、0.30%超過ではその効果は飽和し耐久比が低下するので、0.05~0.30%とする。

【0028】Ca: Pbとほぼ同様の効果をもつ元素で、0.0005%未満ではその効果が小さく0.010%超過ではその効果は飽和した耐久性が低下するので、0.0005~0.010%とする。

【0029】次に本願発明の鋼において熱間鍛造後室温まで冷却した際の金属組織の限定理由について述べる。

【0030】先に述べたように、パーライトが適当量存

(4)

特開平7-62488

5

6

在することが切削性の向上をもたらす。パーライト組織率は鋼のC含有量と焼入れ性およびオーステナイト域からの冷却速度で制御できる。パーライトによる被削性向上効果を得るためには、その組織率fが含有炭素量C(%)に対して(1.05C-0.1)以上が必要であり、一方(1.05C+0.3)超過となると切削性が劣化するとともに耐久比も不良となるので、パーライト組織率fを含有炭素量C(%)に対して(1.05C-0.1)以上(1.05C+0.3)以下とした。このようなパーライト組織を含む金属組織を達成できれば、10 熱間鍛造後の冷却方法は特に指定しないが、設備や製造コストの点からは自然放冷が当然望ましい。なお、パーライト組織率fは腐食した試験片を光学顕微鏡等で観察しその面積率を測定することによって求める。

【0031】以下に、本発明の効果を実施例により、さらに具体的に示す。

【0032】

【実施例】以下に挙げる各表において、丸棒で試験No.を囲んだ条件が本発明を満足する実施例であり、それ以外は比較例である。

【0033】(1) 鋼材化学成分の影響

表1に示す化学成分の鋼を高周波炉にて溶解し150kgの鋼塊とし、これから鍛造用材料を切り出し、一旦9

50℃加熱放冷で焼準した後、1100～1250℃に加熱して1050～1200℃の温度で熱間鍛造を行い、その後、放冷した。なおNo.43は機械構造用鋼の代表的鋼種であるJIS-S45C規格鋼であり、これについては熱間圧延で製造した丸棒を950℃加熱放冷で焼準した後、875℃に加熱後油冷槽で焼入れを行い、続いて570℃に加熱し水冷を行って焼戻しを行い、試験材とした。

【0034】この材料の中央部よりJIS4号引張試験片、JIS1号回転曲げ試験片を採取し、引張試験および回転曲げ疲労試験を行った。同材料から光学顕微鏡観察試験片を採取し5%ナイトールで腐食して200倍で観察しパーライト組織率を求めた。さらに同材料より切削試験片を採取し、SKH9製10mmφストレートシャンクドリルを用いて30mm深さのブラインドホールを穿孔し、ドリルが寿命破壊するまでの総穿孔距離を測定した。測定した結果は従来鋼であるNo.43鋼の総穿孔距離を1.00としてそれとの相対比で評価した。なお、切削速度は50mm/min、送り速度は0.35mm/rev、切削油3L/minの条件とした。

【0035】

【表1】

(5)

特開平7-62488

7

8

第 1 表 (その1)

Nr.		C	Si	Mn	S	Al	Ti	N	V	Cr	Mo	Nb	Pb	Ca
1	第1発明例	0.25	0.309	1.34	0.050	0.0310	0.011	0.0086	0.32	-	-	-	-	-
2	"	0.13	0.252	0.60	0.051	0.0283	0.011	0.0150	0.59	-	-	-	-	-
3	"	0.45	0.155	0.51	0.030	0.0307	0.006	0.0179	0.25	-	-	-	-	-
4	"	0.26	0.201	0.82	0.021	0.0283	0.020	0.0093	0.43	-	-	-	-	-
5	"	0.32	0.283	1.31	0.083	0.0459	0.045	0.0089	0.31	-	-	-	-	-
6	第2発明例	0.25	0.310	1.25	0.052	0.0308	0.012	0.0155	0.31	0.42	-	-	-	-
7	"	0.22	0.224	0.56	0.048	0.0231	0.022	0.0177	0.23	-	0.25	-	-	-
8	"	0.21	0.141	1.22	0.041	0.0258	0.015	0.0103	0.30	0.13	0.13	-	-	-
9	第3発明例	0.25	0.301	0.88	0.036	0.0422	0.015	0.0122	0.41	-	-	0.201	-	-
10	"	0.27	0.532	1.11	0.032	0.0310	0.017	0.0102	0.31	0.24	-	0.173	-	-
11	"	0.22	0.310	0.52	0.051	0.0243	0.026	0.0165	0.24	0.54	0.12	0.121	-	-
12	第4発明例	0.24	0.291	1.37	0.045	0.0350	0.018	0.0158	0.38	-	-	-	0.21	-
13	"	0.28	1.395	0.89	0.018	0.0009	0.013	0.0118	0.32	-	-	-	-	0.0058
14	"	0.25	0.253	1.01	0.038	0.0301	0.020	0.0148	0.39	0.51	-	-	0.16	-
15	"	0.27	0.202	0.80	0.020	0.0010	0.010	0.0084	0.43	-	-	-	0.20	0.0015
16	"	0.24	0.261	0.66	0.046	0.0294	0.014	0.0132	0.29	1.01	-	-	0.17	0.0016
17	"	0.23	0.241	0.57	0.046	0.0222	0.024	0.0165	0.24	0.84	0.11	-	0.19	-
18	"	0.27	0.346	1.18	0.032	0.0016	0.015	0.0161	0.38	0.52	0.14	-	0.21	0.0013
19	"	0.28	0.329	1.28	0.037	0.0015	0.018	0.0183	0.36	0.26	0.05	0.010	0.16	0.0017
20	"	0.25	0.253	1.07	0.032	0.0303	0.013	0.0148	0.37	-	-	0.023	0.15	0.0023
21	"	0.27	0.421	0.76	0.019	0.0009	0.019	0.0107	0.31	-	-	-	0.16	0.0020

[0036]

[表2]

(6)

特開平7-62488

9

10

第 1 表 (その2)

No.		C	Si	Mn	S	Al	Ti	N	V	Cr	Mo	Nb	Pb	Ca
22	比較例	0.08	0.250	1.95	0.032	0.0331	0.015	0.0120	0.29	-	-	-	-	-
23	"	0.52	0.201	1.07	0.035	0.0315	0.016	0.0164	0.21	-	-	-	-	-
24	"	0.26	0.004	1.80	0.059	0.0300	0.014	0.0153	0.30	-	-	-	-	-
25	"	0.24	2.080	0.75	0.052	0.0377	0.015	0.0161	0.37	-	-	-	-	-
26	"	0.35	0.310	0.36	0.045	0.0483	0.009	0.0140	0.38	-	-	-	-	-
27	"	0.29	0.009	2.06	0.031	0.0531	0.032	0.0087	0.23	-	-	-	-	-
28	"	0.32	0.345	1.78	0.006	0.0345	0.016	0.0098	0.31	-	-	-	-	-
29	"	0.45	0.269	1.69	0.108	0.0459	0.008	0.0123	0.22	-	-	-	-	-
30	"	0.31	0.644	0.92	0.030	0.0003	0.033	0.0151	0.36	-	-	-	-	-
31	"	0.40	0.452	0.83	0.049	0.0522	0.021	0.0150	0.24	-	-	-	-	-
32	"	0.27	0.582	1.31	0.052	0.0364	0.001	0.0137	0.45	-	-	-	-	-
33	"	0.18	0.926	0.84	0.096	0.0105	0.055	0.0186	0.52	-	-	-	-	-
34	"	0.13	1.564	0.78	0.026	0.0279	0.019	0.0056	0.53	-	-	-	-	-
35	"	0.21	0.445	1.30	0.064	0.0282	0.010	0.0211	0.48	-	-	-	-	-
36	"	0.30	0.313	1.45	0.045	0.0481	0.027	0.0085	0.18	-	-	-	-	-
37	"	0.17	0.262	0.59	0.059	0.0317	0.032	0.0107	0.83	-	-	-	-	-
38	"	0.26	0.287	0.66	0.084	0.0434	0.013	0.0098	0.21	1.63	-	-	-	-
39	"	0.49	0.251	0.80	0.081	0.0352	0.022	0.0139	0.29	-	1.08	-	-	-
40	"	0.22	0.249	1.71	0.092	0.0183	0.006	0.0156	0.36	-	-	0.230	-	-
41	"	0.36	1.232	0.84	0.020	0.0213	0.015	0.0143	0.32	-	-	-	0.38	-
42	"	0.24	1.592	0.89	0.048	0.0016	0.016	0.0181	0.26	-	-	-	-	0.0115
43	比較例・ 本発明例	0.45	0.234	0.78	0.027	0.0282	-	0.0083	-	-	-	-	-	-

【0037】表2に各供試材のパーライト組織率および性能評価結果を示す。

【0038】まず調質鋼であるNo. 43の耐久比0.47・切削性1.0に対し、本発明例であるNo. 1～21はいずれも耐久比は0.57以上でありまた切削性もNo. 43の2.5倍から4倍近く良好である。

【0039】比較例のNo. 22はC量が高いため引張強度が低くかつ耐久性も低いので疲労特性は不良であ

る。比較例のNo. 23はC量が高すぎるためベイナイトが発生し本発明のパーライト組織率の条件が満足できず、引張強度は高くなるが本発明例に比べ耐久比が低く切削性も不良である。

【0040】比較例のNo. 24はSi量が高いため脱酸程度が低く耐久比は本発明例に比べ低い。比較例のNo. 25はSi量が高いためベイナイトが発生し本発明のパーライト組織率の条件が満足できず、耐久比は本発

(7)

11

明例に比べ低く切削性も不良である。

【0041】比較例のNo. 26はMn量が低いため複合析出物の析出が少なく、耐久比が本発明例に比べ低い。比較例のNo. 27はMn量が高いためベイナイトが発生し本発明のパーライト組織率の条件が満足できず、耐久比は本発明例に比べ低く切削性も不良である。

【0042】比較例のNo. 28はS量が低いため複合介在物の析出が少なく、耐久比が本発明例に比べ低く、またMnSの切削性向上効果を得られないので切削性も不良である。比較例のNo. 29はS量が高いためMnSの析出が過多となり、耐久比が本発明例に比べ低い。

【0043】比較例のNo. 30はAl量が低いため脱酸程度および結晶粒微細化効果が小さく、耐久比が本発明例に比べ低い。比較例のNo. 31はAl量が高いため硬質介在物が形成され、耐久比は本発明例に比べ低く切削性も不良である。

【0044】比較例のNo. 32はTi量が低いため複合析出物の析出が少なく、耐久比が本発明例に比べ低い。比較例のNo. 33はTi量が高いため硬質介在物が形成され、耐久比は本発明例に比べ低く切削性も不良である。

【0045】比較例のNo. 34はN量が低いため複合析出物の析出が少なく、耐久比が本発明例に比べ低い。比較例のNo. 35はN量が高いためマトリックスが硬

特開平7-6488

12

化し、耐久比は本発明例に比べ低く切削性も不良である。

【0046】比較例のNo. 36はV量が低いため複合析出物の析出が少なくかつマトリックスフェライトを析出強化する効果が小さいので、耐久比が本発明例に比べ低い。比較例のNo. 37はV量が高いため、耐久比は本発明例に比べ低く切削性も不良である。

【0047】比較例のNo. 38はCr量が高いためベイナイトが発生し本発明のパーライト組織率の条件が満足できず、耐久比は本発明例に比べ低く切削性も不良である。

【0048】比較例のNo. 39はMo量が高いためベイナイトが発生し本発明のパーライト組織率の条件が満足できず、耐久比は本発明例に比べ低く切削性も不良である。

【0049】比較例のNo. 40はNb量が高いため、耐久比は本発明例に比べ低く切削性も不良である。

【0050】比較例のNo. 41はPb量が高いため、切削性は良好なるも耐久比が不良である。

【0051】比較例のNo. 42はCa量が高いため、切削性は良好なるも耐久比が不良である。

【0052】

【表3】

(8)

特開平 7 - 6 2 4 8 8

13

14

第 2 表 (その1)

No.		バーライト組織率		機 械 的 性 質			切削性
		本発明の範囲	実績値	引張強度	疲労強度	耐久比	
1	第 1 発明例	0.363±0.2	0.46	84.8	48.3	0.57	2.87
2	"	0.297±0.2	0.31	85.4	49.8	0.59	2.90
3	"	0.573±0.2	0.71	80.9	46.1	0.57	2.56
4	"	0.379±0.2	0.50	81.3	46.3	0.57	2.94
5	"	0.496±0.2	0.55	87.8	50.9	0.58	2.76
6	第 2 発明例	0.363±0.2	0.55	84.1	48.8	0.58	2.69
7	"	0.331±0.2	0.49	80.5	47.5	0.59	3.04
8	"	0.921±0.2	0.50	85.2	49.3	0.58	2.41
9	第 3 発明例	0.363±0.2	0.53	84.5	49.9	0.59	3.00
10	"	0.384±0.2	0.54	82.1	48.4	0.59	2.61
11	"	0.331±0.2	0.50	81.2	48.0	0.59	3.01
12	第 4 発明例	0.352±0.2	0.45	93.4	53.2	0.57	4.03
13	"	0.394±0.2	0.50	91.3	52.0	0.57	3.53
14	"	0.363±0.2	0.45	84.1	53.8	0.57	4.01
15	"	0.384±0.2	0.51	86.8	49.5	0.57	4.23
16	"	0.352±0.2	0.54	85.2	49.3	0.58	4.11
17	"	0.342±0.2	0.50	81.1	47.8	0.59	3.83
18	"	0.384±0.2	0.47	94.2	54.5	0.53	3.93
19	"	0.394±0.2	0.45	93.6	54.3	0.58	3.82
20	"	0.363±0.2	0.47	94.3	53.7	0.57	3.86
21	"	0.384±0.2	0.52	91.6	52.4	0.57	3.62
22	比較例	0.184±0.2	0.13	78.7	37.8	0.48	3.50
23	"	0.646±0.2	0.00	100.5	47.2	0.47	0.46
24	"	0.379±0.2	0.32	87.1	42.7	0.49	2.05
25	"	0.352±0.2	0.02	96.2	45.2	0.48	0.74
26	"	0.488±0.2	0.33	82.1	41.1	0.50	1.83
27	"	0.405±0.2	0.05	93.6	44.9	0.48	0.71
28	"	0.495±0.2	0.40	94.8	48.8	0.51	0.60
29	"	0.573±0.2	0.46	94.1	42.3	0.45	2.57
30	"	0.425±0.2	0.39	88.8	39.1	0.44	1.78
31	"	0.520±0.2	0.50	83.7	35.0	0.43	0.31
32	"	0.384±0.2	0.35	95.9	45.5	0.48	1.45
33	"	0.289±0.2	0.23	99.1	42.5	0.43	0.54
34	"	0.237±0.2	0.19	95.0	48.5	0.51	1.22

【0053】

【表 4】

(9)

特開平7-6:488

15

16

第 2 表 (その2)

No.		パーライト組織率		機 械 的 性 質			切削性
		本発明の範囲	実績値	引張強度	疲労強度	耐久比	
35	比較例	0.321±0.2	0.26	93.3	39.2	0.42	0.35
36	"	0.415±0.2	0.32	80.8	40.8	0.51	2.59
37	"	0.279±0.2	0.10	98.1	49.1	0.50	0.85
38	"	0.373±0.2	0.02	102.3	54.2	0.53	1.09
39	"	0.615±0.2	0.05	113.3	56.7	0.50	0.92
40	"	0.331±0.2	0.37	89.6	42.1	0.47	0.96
41	"	0.478±0.2	0.51	84.0	35.3	0.42	3.54
42	"	0.352±0.2	0.30	83.0	35.7	0.43	3.05
43	"	(QT組織)	0.0	81.3	38.2	0.47	1.00

【0054】(2)熱鍛後の冷却方法によるパーライト組織率変化の影響

表1のNo. 19に示す、本発明の化学成分の条件を満たす鋼を、150kgの鋼塊から鍛造用材料を切り出し、一旦950℃加熱放冷で焼準した後、1100～1250℃に加熱して1050～1200℃の温度で熱間鍛造を行い、その後表3に示す方法で冷却した。なお、表1のNo. 43に示した機械構造用鋼の代表的鋼種であるJIS-S45C規格鋼を調質した材料も比較として用いた。この材料の中央部より実施例(1)と同様の方法で引張強度、疲労強度、切削性およびパーライト組織率を求めた。表4に各供試材のパーライト組織率および性能評価結果を示す。

【0055】No. 46、47および48は、本発明のパーライト組織率の条件である組織率fが含有炭素量C(%)に対して1.05C-0.1以上1.05C+0.3以下を満足する、本発明の例であり、いずれも耐久比は0.56以上を確保した切削性も現行調質鋼であるNo. 52の2.4倍からほぼ4倍と良好である。

No. 44および45は冷却速度を小さくする、またはフェライトの析出温度で安定処理をしたもので、その組織は大部分がフェライトまたはフェライト+球状セメントタイトであってパーライト組織率が小さい。そのため引張強度自体が低い、フェライト+パーライト2相組織化による効果が消失し、耐久比は0.45以下と低く、切削性も本発明例に比較して不良である。

【0056】一方、No. 49はパーライトの析出温度へ安定することによってパーライト組織率を本発明の条件を超えて高めたものであり、やはりフェライト+パーライトの2相組織化による効果が消失し、耐久比も低く切削性も不良である。

【0057】さらにNo. 50および51は冷却速度を高めることによりベイナイトまたはマルテンサイト等を主とする低温変態組織としたものであり、引張強度は高くなるものの耐久比は極めて低く、また切削性も不良で工具寿命は極めて小さい。

【0058】

【表5】

(10)

特開平 7 - 6 2 4 8 8

17

18

第 3 表

No.	供試鋼	鍛造後の冷却方法	800 ~ 500 °C までの平均冷速
44	第 1 表の No.19	700 °C の炉内へ 30 分挿入後、空冷	約 0.10 °C/秒
45	〃	200 °C の炉内で炉冷	約 0.15 °C/秒
○46	〃	グラスウール断熱材中で徐冷	約 0.30 °C/秒
○47	〃	自然放冷	約 0.8 °C/秒
○48	〃	衝風冷却	約 1.4 °C/秒
49	〃	650 °C の溶融鉛槽へ 10 分挿入後、空冷	約 1.4 °C/秒
50	〃	水ミスト噴射による急冷	約 4.0 °C/秒
51	〃	油焼入れ槽に投入、急冷	約 20 °C/秒
52	第 1 表の No.43 比較鋼：現行調質材	876 °C 油焼入れした後 570 °C 水冷焼戻し	———

【0059】

【表 6】

第 4 表

No.		パーライト組織率		機 械 的 性 質			切削性
		本発明の範囲	実績値	引張強度	疲労強度	耐久比	
44	比較例	0.394 ± 0.2	0.15	51.0	21.4	0.42	1.20
45	〃	〃	0.18	62.6	28.2	0.45	2.50
○46	本発明例	〃	0.30	86.3	49.2	0.57	3.96
○47	〃	〃	0.45	93.6	54.3	0.58	3.82
○48	〃	〃	0.55	103.1	57.7	0.56	2.40
49	比較例	〃	0.80	108.3	45.5	0.42	0.56
50	〃	〃	0.20	125	42.8	0.34	0.20
51	〃	〃	0.0	210	25.3	0.12	0.05
52	〃	(Q T 組織)	0.0	81.3	38.2	0.47	1.00

【0060】

【発明の効果】以上述べた如く、本発明鋼はパーライト組織率を調整することにより切削性を確保し、さらに Mn S、Ti 窒化物および V 窒化物から形成される複合析出物を使ったフェライト＋パーライト 2 相での金属組織の微細化と V 炭化物（または炭窒化物）によるフェライ

トおよびパーライト中のフェライトマトリックスの強化を同時に行うことにより切削性を損なわずに耐久比すなわち疲労特性を向上させることが可能となり、従来の非調質鋼において切望されていた疲労特性と切削性の向上を同時に満足する、産業上極めて効果の大きいものである。

フロントページの続き

(72)発明者 内藤 賢一郎

室蘭市仲町12番地 新日本製鐵株式会社室

蘭製鐵所内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.